

Peittämisen vaikutus kesäaikaan lentävien kovakuoriaisten runsauteen mäntyenergiapuupinoilla

Ilari Patamaa
Maisterintutkielma
Helsingin yliopisto
Metsätieteiden laitos
Elokuu 2016

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos/Institution– Department	
Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Metsätieteiden laitos	
Tekijä/Författare – Author			
Patamaa, Tuukka Ilari*			
Työn nimi / Arbetets titel – Title			
Peittämisen vaikutus kesäaikaan lentävien kovakuoriaisten runsauteen mäntyenergiapuupinoilla			
Oppiaine / Läroämne – Subject			
metsäekologia			
Työn laji/Arbetets art – Level	Aika/Datum – Month and year	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages	
Maisterintutkielma	Elokuu 2016	29 s. + 1 liite	
Tiivistelmä/Referat – Abstract			
<p>Fossiilisia polttoaineita pyritään korvaamaan uusiutuvilla energianlähteillä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Metsähakkeella on merkittävä osa Suomen kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa jotta päästötavoitteisiin päästään. Tämän johdosta metsähakkeen käyttö on lisääntynyt runsaasti 2000-luvulla.</p> <p>Energiapuun varastointi on tärkeä osa metsähakkeen laadun parantamisessa, sillä polttoaineen on oltava riittävän kuivaa. Varastoinnin takia energiapuu on yleensä tienvarsivarastossa vähintään yhden kesän yli. Tämä tarjoaa monille hyönteiselle hyvän lisääntymisalustan. Jotkut hyönteiset, etenkin kaarnakuoriaiset (Col., Scolytinae) voivat aiheuttaa tuhoriskin läheiselle puustolle. Pystynävertäjä on merkittävin männyllä elävä tuhohyönteinen, sillä se käyttää ravintonaan elävien mäntujen vuosikasvaimia aiheuttaen kasvutappioita. Myös jotkin muut kaarnakuoriaislajit voivat aiheuttaa tuhoriskin. Tämän tutkimuksen tavoittena oli tutkia miten peittäminen vaikuttaa energiapuukasojen ympärillä kesäaikana lentävien kovakuoriaisten runsauteen, ja tarkastella lajiston erityispiirteitä.</p> <p>Tutkimus suoritettiin kahdessa kohteessa eteläisessä Suomessa kesällä 2011. Kohteet olivat Somerniemellä (Oinasjärvi) ja Hämeenlinnan Rengossa(Raidonperä). Oinasjärven kohteessa oli kaksi pinoa karsittua mäntyrankaa ja Raidonperän kohteessa oli kaksi pinoa karsimatonta mäntyrankaa. Tutkimusta varten pinojen päälle asetettiin kesäkuun alussa ikkunapyydyksiä, joilla kasojen ympärillä lentävien kovakuoriaisten runsautta mitattiin. Pyydykset tyhjennettiin viisi kertaa kesäkuusta elokuun loppuun. Oinasjärven pinojen pintaosista suoritettiin lisäksi syömäjälkianalyysi, jotta voitiin selvittää pääsevätkö kovakuoriaiset peitteen alle.</p> <p>Pyydyksistä kerättiin yhteensä 10064 kovakuoriaista 41 eri heimosta. Kaarnakuoriaisia näistä oli 2670 kpl. Tutkimuksen perusteella havaittiin, että peittäminen vähentää pinoon ympärillä lentävien kovakuoriaisten määrää merkittävästi, ainakin peitteen kohdalla. Lisäksi havaittiin että kahdella paperilla peittäminen estää tehokkaasti kovakuoriaisten pääsyn pinoon pintaosiin. Tulokset ovat suuntaa antavia, koska tutkittavia pinoja oli melko vähän.</p> <p>Kovakuoriaislajisto oli samankaltainen kuin vastaavissa aiemmissa tutkimuksissa. Kaarnakuoriaiset olivat lukumäärältään suurin lajiryhmä. Myös muita tyypillisiä puutavarapinojen lajeja kuten sarvijääriä, erilaisia saalistajia (esim. isomuurahaiskuoriaisia ja kaarniaisia), sekä kärsäkkäitä löytyi yleisesti.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Coleoptera, energiapuu, mänty, peittäminen, scolytinae			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
ethesis.helsinki.fi			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			
Työn ohjaaja: professori Kari Heliövaara Työn rahoittaja: Metsäteho Oy			

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos/Institution– Department
Faculty of Agriculture and Forestry		Department of Forest Sciences
Tekijä/Författare – Author		
Patamaa, Tuukka Ilari*		
Työn nimi / Arbetets titel – Title		
Effect of cover on abundance of summertime flying Coleoptera related to pine fuelwood		
Oppiaine /Läroämne – Subject		
Forest ecology		
Työn laji/Arbetets art – Level	Aika/Datum – Month and year	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages
Master's thesis	August 2016	29 p. + 1 appendix
Tiivistelmä/Referat – Abstract		
<p>Fossil fuels are being replaced with renewable energy sources to control climate change. Forest fuels are a significant part of Finnish energy- and climate strategy so that targets for reducing emission can be reached. Due to these targets usage of forest fuels have increased considerably during 21st century.</p> <p>Storage of fuelwood is an important part of increasing the quality of forest fuel, because fuel has to be sufficiently dry when used. Because of drying, fuelwood stacks are being kept at roadside storages for at least one growing season. Those wood stacks offer a suitable environment for many insects to breed. Some insects, especially bark beetles (Col., Scolytinae) can cause damage to surrounding trees. <i>Tomicus piniperda</i> is the most important pest on pine, because it forages on the growths of healthy pine trees, thus causing increment losses. There are also some other species of bark beetle which can cause damage to surrounding trees. The goal of this study was to examine how covering of pine fuelwood stacks affects to the abundance of beetles related to the stack and to examine features of beetle species related to pine fuelwood.</p> <p>The study was carried out in two destinations in southern Finland in summer of 2011. Those were at Somerniemi (Oinasjärvi) and Renko, Hämeenlinna (Raidonperä). At Oinasjärvi destination was two stacks of pine fuelwood with branches removed. At Raidonperä destination was two stacks of pine fuelwood with branches still attached. For collecting beetles, window-traps were placed on top of each stack. Traps were emptied five times during summer from June until end of August. These samples were used to evaluate the abundance of beetles on different stacks. Furthermore, galleries of bark beetles were analyzed at Oinasjärvi to find out if paper cover would prevent beetles to enter the top layers of stacks.</p> <p>Total of 10064 beetles were collected from 41 different families. Of those, 2670 were bark beetles. According to study, covering of stack decreases the amount of flying beetles on top of covered stack. Covering stack with two adjacent papers was found out to prevent beetles to access top layers of stacks. Because of small number of researched stacks, the results can be considered only directional</p> <p>Species composition of collected beetles was in line with previous studies. Bark beetles were the largest group. Also other typical species like longhorns (Col., Cerambycidae) different predators (f. ex. <i>Thanasimus formicarius</i>, <i>Rhizophagus</i> sp.) and weevils were found in abundance.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
Bark beetle, coleoptera, covering, fuelwood, pine		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
ethesis.helsinki.fi		
Muuta tietoa – Övriga uppgifter – Additional information		

KIITOKSET

Kiitokset erikoistutkija Antti Korpilahdelle tutkimuskohteiden järjestämisestä ja ohjauksesta tutkimuksen kenttätöväiheessä sekä Metsäteho Oy:lle tutkimuksen rahoittamisesta. Kiitokset ohjaajalleni Kari Heliövaaralle kommenteista ja vinkeistä työn suorittamiseen ja kirjoittamiseen. Kiitokset myös vanhemmilleni tuesta pitkään venähtäneiden opintojen aikana.

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	5
1.1. Tutkimuksen tausta.....	5
1.2. Kirjallisuuskatsaus.....	5
1.2.1. Mäntypuutavarassa esiintyvät kovakuoriaiset.....	5
1.2.2. Energiapuun käyttö ja varastointi	8
1.2.3. Puutavaran peittäminen kovakuoriaisten torjunnassa.....	9
1.3. Tutkimuksen tavoitteet	10
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	11
2.1. Kohteet.....	11
2.2. Ikkunapyydykset	12
2.3. Kuorinta	13
2.4. Tilastolliset menetelmät.....	14
3. TULOKSET.....	15
3.1. Ikkunapyydykset	15
3.2. Kuorinta	19
3.3. Kovakuoriaislajisto.....	19
4. TULOSTEN TARKASTELU.....	23
4.1. Ikkunapyydykset	23
4.2. Syömäjälkianalyysi.....	24
4.3. Kovakuoriaislajisto.....	24
5. YHTEENVETO	26
6. KIRJALLISUUSLUETTELO	27

LIITE 1: Eri kovakuoriaisheimojen yksilöt kasoittain eri keräysjaksoilla

1. JOHDANTO

1.1. Tutkimuksen tausta

Ilmaston muuttumisen johdosta fossiilisten polttoaineiden osuutta on pyritty vähentämään, minkä johdosta uusiutuvien energianlähteiden osuus energiantuotannossa kasvaa jatkuvasti. EU-komission vaatimusten mukaan uusiutuvien energialähteiden osuus tulisi olla 38% kokonaistuotannosta vuonna 2020. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian (2013) mukaan sähkön- ja lämmöntuotannossa metsähake on keskeisimmässä roolissa, jotta tavoitteeseen päästään. Metsähakkeen käyttö energiantuotannossa onkin moninkertaistunut 2000-luvun alun jälkeen.

Metsähakkeen laadun kannalta tienvarsivarastoinnilla on suuri merkitys. Varastointi yhden kesän ajan alentaa merkittävästi puun kosteutta. Toisaalta kesävarastoinnin aikana energiapuupinot tarjoavat monille hyönteisille, etenkin kovakuoriaisille, sopivan ympäristön lisääntymiseen. Jotkin lajit voivat aiheuttaa lähipuustolle metsätuhoja, minkä johdosta laki metsätuhojen torjunnasta (2013) säätelee puutavaran varastointia kesäaikana. Lain mukaan energiapuupinot, jossa on yli 50% yli 10 cm tyviläpimitaltaan olevaa puuta on kuljetettava pois tiettyihin päivämääriin mennessä, tai muuten suojaamalla huolehdittava ettei tuhoriskiä synny. Suojaaminen voidaan toteuttaa useilla tavoilla, joista tässä tutkimuksessa tarkastellaan puutavarapinon peittämistä ja sen vaikutusta kovakuoriaisten määrään.

1.2. Kirjallisuuskatsaus

1.2.1. Mäntypuutavarassa esiintyvät kovakuoriaiset

Monet kovakuoriaislajit käyttävät kuorellista puutavaraa lisääntymisalustanaan. Kärssäkkäiden (Curculionidae) heimoon kuuluvien (Scolytinae) alaheimo on yleisin puutavarasta tavattava kovakuoriaisryhmä. Myös sarvijäärien

(Cerambycidae) heimon edustajia esiintyy usein puutavarassa. Suurin osa puutavaran kovakuoriaisista on ympäristön kannalta harmittomia, mutta jotkin lajit saattavat aiheuttaa kasvutappioita tai puukuolemia ympäröivässä puustossa.

Pystynävertäjä (*Tomicus piniperda* Linnaeus, 1758) on mäntypuutavaran kovakuoriaislajeista metsätalouden kannalta kaikkein merkittävin. Pystynävertäjä parveilee aikaisin keväällä, kun lämpötila on 10-12°C (Salonen 1973). Aikuiset pystynävertäjät käyttävät ravinnokseen männyn vuosikasvainten ydintä, ja aiheuttavat siten kasvutappoita runsaana esiintyessään. Pystynävertäjä on hyvin tehokas lisääntymään. Långströmin (1984) mukaan yhdestä rungosta voi kehittyä useita tuhansia aikuisia yksilöitä. Toisaalta puupinoissa pystynävertäjälle kelpaavaa kuoripinta-alaa on vähemmän. Kuitupuupinoista Långströmin ym. (1984) tutkimuksessa kehittyi n. 700 kpl/m³ aikuisia pystynävertäjiä. Saarenmaan (1985) mukaan pystynävertäjäpopulaatio saattaa 5-10-kertaistua yhden lisääntymiskauden aikana. Erityisen runsailla populaatioilla lajin sisäinen kilpailu muodostuu jälkeläisten määrää rajoittavaksi tekijäksi. Jälkeläisten tuotos kasvaa n. 150 emokäytävää/m² tiheyteen asti (Saarenmaa 1983). Tämän jälkeen muninta vähenee ja jälkeläisten määrän kasvu tasaantuu (Saarenmaa 1983; Långström 1984).

Pystynävertäjän aiheuttamat kasvutappiot voivat olla merkittäviä, joskin melko paikallisia. Nilssonin (1974b) mukaan kasvutappiot alkavat kun yhdestä puusta on syöty 30-50 kpl vuosikasvaimia. Nuorissa puissa jo 15-20 syötyä kasvainta riittää aiheuttamaan tappioita. Kasvutappiot eivät enää pahene, jos syötyjä kasvaimia on 150 tai enemmän, nuorissa puissa 100 tai enemmän. Tuhojen vaikutus saattaa kestää metsän sijainnista ja iästä riippuen 8-14 vuotta, ja aiheuttaa 20-45 % kasvutappiot tältä ajalta. Toisaalta Långström ym. (1990) arvioivat tutkimuksessaan pystynävertäjän aiheuttamat kasvutappiot hieman maltillisemmin, n. 30% kolmen vuoden jaksolla. Myös nuorten puiden havaittiin pystyvän kompensoimaan kasvutappioita jonkin verran.

Pystynävertäjän lisääntymisen ja tuhojen laajuuteen voidaan vaikuttaa keskittämällä puutavara mahdollisimman suuriin pinoihin. Yksi syy tähän on

se, että pystynävertäjän ravintosityönti tapahtuu yleensä melko lähellä lisääntymispaikkaa. Nilssonin (1974a) mukaan korkeallakin populaatiolla valtaosa kasvutappioista kohdistuu alle 200 m etäisyydellä lisääntymispaikasta sijaitseviin puihin. Toinen syy on lämpötila, koska suuremman pinon sisäosien lämpötila on usein huomattavasti matalampi kuin pinon pinnassa, jolloin pystynävertäjä ei ehdi kehittyä kasvukauden aikana. Juutisen (1978) mukaan lämpötila kuitupuupinossa Pohjois-Suomessa voi olla jo 0,5 m pinnan alapuolella 10°C pintaa matalampi. Myös Långströmin ym. (1984) ja Saarenmaan (1985) mukaan lämpötila suurien puupinojen sisäosissa on liian matala pystynävertäjän kehityksen kannalta. Juutinen (1978) tutki myös pinon korkeuden vaikutusta jälkeläisten kokonaismäärään. Saman kokoisissa pinoissa 1 m korkea pino tuotti 4400 jälkeläistä kuutiometriä kohti, 2 m korkea pino 2500/m³ ja 3 m korkea pino enää 1850/m³, joten tämäkin puoltaa kasan koon vaikutusta jälkeläisten tuotokseen.

Tähtikirjaajista kuusentähtikirjaaja (*Pityogenes chalcographus* Linnaeus, 1761) on kaikkein haitallisin puustolle. Se saattaa tappaa yksinäänkin eläviä kuusia, mutta useimmiten esiintyy yhdessä kirjanpainajan (*Ips typographus* Linnaeus, 1758) kanssa, (esim. Löyttyniemi ym. 1979). Hedgrenin ym. (2003) mukaan laji voi aiheuttaa nuorten kuusten kuolemia kuusen hakkuutähdekasojen välittömässä läheisyydessä. Kuusentähtikirjaajan tiedetään aiheuttaneen laajojakin tuhoja nuorissa kuusentaimitkoissa Ruotsissa (Eidmann 1992). Vaikka lajin pääisäntäpuu on kuusi, esiintyy se usein myös männyllä (Foit 2015a; Foit 2015b). Nelihammaskirjaaja (*Pityogenes quadridens* Hartig, 1834) on myös yleinen mäntypuutavarassa, mutta se ei ole haitallinen puustolle, joskin sen tiedetään iskeytyneen ainakin heikentyneiden pystypuiden kimppuun (Ehnstrom ym. 1974).

Okakaarnakuoriainen (*Ips acuminatus* Gyllenhal, 1827) elää myös puutavarassa, joskin se on melko harvinainen pääosin pohjoisen Suomen laji (Rummukainen 1964; Löyttyniemi ja Uusvaara 1978). Toisaalta Siitonen (2014) havaitsi, että okakaarnakuoriainen on hiljattain aiheuttanut puukuolemia myös Etelä-Suomessa, joten mahdollisesti jonkinlainen populaatio on olemassa myös etelässä. Laji voi tappaa esimerkiksi kuivuuden heikentämiä puita, joten sillä voi olla runsastuessaan merkitystä metsätuholaisena.

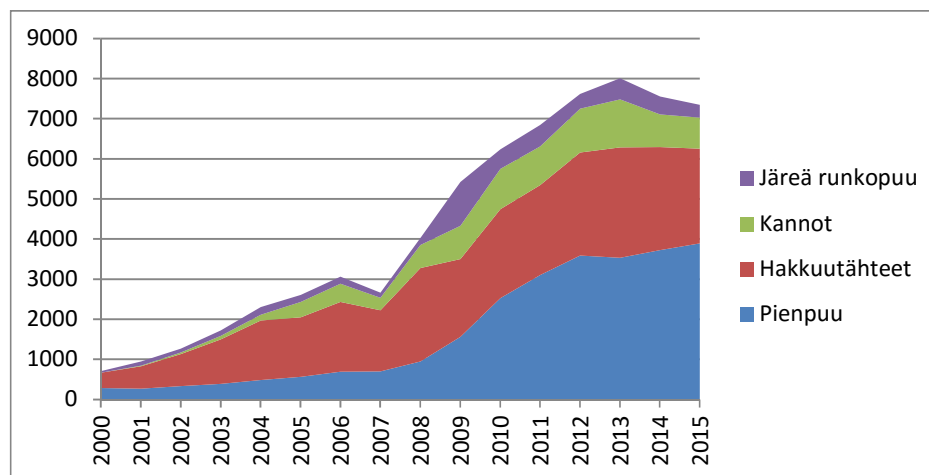
Edellä käsitellyt lajit käyttävät puutavaraa lisääntymisalustanaan, mutta sen lisäksi puutavarakasoista tavataan myös näiden lajien luontaisia vihollisia. Isomuurahaishkuoriainen (*Thanasimus formicarius* Linnaeus, 1758) ja *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1792) ovat yleisiä kaarnakuoriaisten saalistajia, joista edellisen aikuisia tavataan usein rungolta saalistamassa aikuisia kaarnakuoriaisia ja jälkimmäinen liikkuu kaarnakuoriaisten käytävissä syöden munia ja pieniä toukkia. Lajien lentoajat ovat hyvin synkronoituneet pystynävertäjän kanssa ja ne runsastuvat myös nopeasti jos pystynävertäjän populaatio kasvaa (Herard ja Mercadier 1996). Saalistajilla voi olla suurikin merkitys kaarnakuoriaisten kannan säätelijöinä. Schroederin ja Weslienin (1994) mukaan laboratoriokokeissa isomuurahaishkuoriainen vähensi pystynävertäjän kantaa 92% ja yhdessä sarvijaakon kanssa 94%. Toisaalta luonnossa korkeilla populaatioilla suurin pystynävertäjän kantaa rajoittava tekijä on lisääntymispaikkojen määrä.

1.2.2. Energiapuun käyttö ja varastointi

Energiapuuksi käsitetään mikä tahansa puutavara, jonka käyttötarkoituksena on energian tuotanto. Metsähakkuista saatavia energiapuujakeita on neljää eri tyyppiä: pienpuuta, hakkuutähteitä, kantoja tai järeää runkopuuta. Pienpuu voi olla joko karsittua rankaa tai karsimatonta kokopuuta. Karsittu ranka on tavallisesti peräisin nuoren metsän kasvatushakkuista. Puutavaran läpimitta vaihtelee muutamasta senttimetristä n. 20 cm asti. Kokopuu on kooltaan pienempää harvennuspuuta. Sitä korjataan yleisimmin varttuneesta taimikosta, jossa taimikonhoito on jäänyt tekemättä (Lepistö 2010).

Metsähakkeen käyttö energiantuotannossa on lisääntynyt merkittävästi 2000-luvulla. Pienpuu ja hakkuutähteet muodostavat suurimman osuuden metsähakkeen raaka-aineesta, kantojen ja järeän runkopuun osuus on pienempi (kuva 1). 2015 voimaloissa käytettiin 7,35 miljoonaa m³ metsähaketta. Rankapuun osuus oli 3,89 milj. m³, hakkuutähteiden osuus 2,37 milj. m³, kantojen osuus 0,77 milj. m³ ja järeän runkopuun osuus 0,32 milj. m³ (SVT: Puun energiakäyttö 2016).

Energiapuun varastointi poikkeaa ainespuun varastoinnista, koska sen tulisi olla käyttöön otettaessa mahdollisimman kuivaa. Tämän johdosta energiapuuta varastoidaan yleensä vähintään yhden kesän yli, jolloin päästään avoimella varastopaikalla alle 40% kosteuteen (Hillebrand and Nurmi 2004). Peittämiseen suositellaan käytettäväksi kahta kaistaletta suoja-paperia, siten että paperi ulottuu noin metrin verran kasan ulkoreunojen ulkopuolelle. Peitteen paikallaan pysyminen varmistetaan latomalla päälle riittävä määrä puutavaraa (Lepistö 2010). Peittämisen vaikutus rankapuun kosteuteen on n. 6% ja hakkuutähteiden kosteuteen 10-15% (Hillebrand and Nurmi 2004).



Kuva 1. Metsähakkeen käyttö energiantuotannossa 2000-2015 (miljoonaa m3). Lähde: SVT: Luonnonvarakeskus, Puun energiakäyttö, 2016.

1.2.3. Puutavaran peittäminen kovakuoriaisten torjunnassa

Puutavarapinojen peittäminen on yksi tapa suojautua tuhohyönteisiä vastaan. Mäntypuutavaran osalta peitteen käyttöä on tutkittu lähinnä pystynävertäjän torjunnassa. Suomessa tehdyissä tutkimuksissa on saatu hyviä tuloksia peittämällä pelkästään pinon yläosa ja sivut n. yhden metrin matkalta. (Juutinen 1978) tutki muovipeitteellä peitettyjen kuitupuupinojen pystynävertäjien määrää Kurussa, ja havaitsi että peite estää tehokkaasti hyönteisten pääsyn pinon pintaosiin. Vastaavasti pinon alaosissa ei ollut nähtävissä juurikaan

pystynävertäjien määrän kasvua verrattuna kokonaan peittämättömiin pinoihin. Pohjois-Suomessa Heikkilä (1978) puolestaan laski muovipeitteellä peittämisen vähentävän pystynävertäjien määrää 90%, kun pinon pintaosat oli peitetty. Jääskelän ym. (1997) mukaan Juupajoella ja Längelmäellä toteutetuissa peittokokeissa, joissa koepinot peitettiin paperilla päältä ja yhden metrin matkalta sivuilta, peittämisellä päästiin n. 80% pienempään pystynävertäjien määrään peittämättömään pinoon verrattuna. Toisaalta Etelä-Ruotsissa järjestetyssä tutkimuksessa Dehlen ja Nilsson (1976) eivät havainneet merkittäviä eroja peittämättömän ja peitetyn pinon välillä. Heidän havaintojensa mukaan hyönteiset vain siirtyvät pinossa alaspäin sinne missä peitettä ei enää ole.

Eri suuntaiset tulokset selittynevät ainakin osittain erilaisen ilmaston vaikutuksella. Kuten jo aiemmin todettiin (luku 1.2.1) pinojen sisälämpötila vaikuttaa pystynävertäjien mahdollisuuksiin kehittyä pinojen sisäosissa, joten voi olla, että Etelä-Ruotsissa olosuhteet ovat suotuisat myös pinojen sisällä, kun taas Suomen olosuhteissa lämpötila pinon sisäosissa jää liian matalaksi.

1.3. Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, vaikuttaako pinon peittäminen paperipeitteellä pinon ympärillä lentävien kovakuoriaisten runsauteen. Aikaisemmista tutkimuksista tiedetään, että paperipeite toimii hyvin mekaanisena esteenä kovakuoriaisille, mutta mahdollisesti se vaikuttaa myös siihen, miten hyönteiset löytävät pinon. Lisäksi tavoitteena on tarkastaa pääsevätkö kovakuoriaiset suositusten mukaisesti peitetyn kasan peitteen alle. Kolmantena tavoitteena on arvioida tyypillisen kovakuoriaispopulaation koostumusta kahden erityyppisen mäntyenergiapuun, karsitun ja karsimattoman rangen, pinoissa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Kohteet

Oinasjärvi, Somerniemi

Ensimmäinen tutkimuskohde oli Somerniemen Oinasjärvellä (N 6711205 E 318667, ETRS-TM35FIN). Kohteessa oli kaksi tilavuudeltaan n. 350 m³ pinoa karsittua mäntyrankaa. Puutavara oli hakattu huhtikuun 2011 alkupuolella, ja pinot oli peitetty 21.4.2011. Toinen pino oli peitetty kokonaan kahdella kaistaleella peitepaperia, siten että peitteen liepeet ylettyivät n. 1 m pinon reunojen ulkopuolelle (kuva 2). Peitteen päälle oli levitetty riittävä määrä puutavaraa, jotta peite pysyisi paikallaan. Toinen pino oli peitetty samalla tavalla, kuitenkin siten että noin kolmannes toisesta päästä oli jätetty kokonaan peittämättä (kuva 3). Puutavara oli paksuudeltaan vaihtelevaa, läpimitaltaan 4–20 cm. Paksukuorista (kuoren paksuus yli 3mm, kuori kaarnoittunutta) puuta oli n. 30% kokonaistilavuudesta.



Kuva 2. Oinasjärven kokonaan peitetty pino.



Kuva 3. Oinasjärven osittain peitetty pino.

Raidonperä, Hämeenlinna

Toinen tutkimuskohde sijaitsi Hämeenlinnan Rengossa Raidonperän kylällä (N 6751831 E 340615). Kohteessa oli kaksi n. 50 m³ pinoa karsimatonta mäntyä. Toinen pino oli peitetty yhdellä kaistaleella peitepaperia, jonka päälle oli ladottu riittävästi puutavaraa pitämään peite paikallaan. Toinen pino oli jätetty kokonaan peittämättä (kuva 4). Puutavara oli paksuudeltaan alle 10 cm, ja kaikki puu oli ohutkuorista mäntyä.



Kuva 4. Raidonperän peittämätön pino.

2.2. Ikkunapyydykset

Kovakuoriaisaineisto kerättiin pinojen päältä vati-ikkunapyydyksillä. Pyydyksessä oli keräysastiana tavallinen pesuvati, jonka halkaisija oli n. 35 cm. Vadin päälle oli asetettu pystyyn ristikkäin 90° kulmaan kaksi 40 x 60 cm kokoista läpinäkyvää polykarbonaattilevyä. Ikkunapyydyksen periaatteena on, että kovakuoriaisen lentäessä päin levyä, se putoaa alla olevaan keräysastiaan. Keräysastia oli täytetty 20% etyleeniglykolilla kovakuoriaisten säilyvyyden lisäämiseksi. Liuoksessa oli lisäksi tilkka saippuaa pintajännityksen poistamiseksi, jolloin kovakuoriainen uppoaa liuokseen, eikä jää kellumaan sen pinnalle. Keräysastian yläreunassa oli kaksi verkolla peitettyä reikää, joista ylimääräinen sadevesi pääsi valumaan pois.

Ikkunapyydyksiä oli Oinasjärven pinoissa kokonaan peitetyn pinon päällä 3 kpl siten, että keskimmainen pyydys oli pinon keskellä ja kaksi muuta siitä 5

metrin etäisyydellä kumpaankin suuntaan. Osittain peitetyn pinon päällä pyydyksiä oli 6 kpl, siten että peitetyn alueen keskellä oli yksi, ja siitä 5 metrin päässä kumpaankin suuntaan yksi, ja peittämättömän alueen keskellä niin ikään yksi, josta 5 metrin päässä kumpaankin suuntaan myös yksi pyydys. Oinasjärven pyydykset asetettiin 1.6.2011.

Raidonperän pinoissa pyydyksiä oli kummassakin pinossa kaksi pinojen pienen koon vuoksi. Pyydykset oli asetettu 5 metrin päähän toisistaan siten, että pinon keskikohta oli pyydysten puolivälissä. Raidonperän pyydykset asetettiin 6.6.2011.

Ikkunapyydykset tyhjennettiin 17 päivän välein, yhteensä viisi kertaa. Kaikki pyydykset tyhjennettiin samalla kertaa, joten Raidonperän pyydysten osalta ensimmäinen keräysjakso oli hieman lyhyempi. Tyhjennyspäivät olivat 18.6., 5.7., 22.7., 8.8. ja 25.8. Tyhjennyksen yhteydessä etyleeniglykoliliuosta lisättiin pyydyksiin tarpeen mukaan.

Näytteet käsiteltiin laboratoriossa kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa näytteistä eroteltiin kaikki kovakuoriaiset. Toisessa vaiheessa kovakuoriaiset tunnistettiin vähintään heimotasolle. Sarvijäärät, kaarnakuoriaiset, kärsäkkäät sekä jotkin petokovakuoriaiset tunnistettiin vähintään sukutasolle.

2.3. Kuorinta

Kaarnakuoriaisten syömäjälkien analysointia varten Oinasjärvellä tutkittiin 15 runkoa molemmista peitetyistä pinoista sekä lisäksi peittämättömästä pinon osasta. Yhteensä tutkittiin 45 runkoa. Rungot valittiin peittämättömästä pinosta systemaattisesti yhden metrin välein. Peitetyistä pinoista peite avattiin kolmesta kohdasta tasaisin välimatkoin, joista kustakin valittiin 5 runkoa tutkittavaksi. Tutkittavasta rungosta kuorittiin 50 cm pätkä rungon ympäri kolmesta kohdasta: molemmista päistä sekä keskeltä. Kaarnakuoriaisten syömäjälkien peittävyyttä arvioitiin silmämääräisesti 5% tarkkuudella.

2.4. Tilastolliset menetelmät

Peittämisen vaikutuksen tilastollista merkittävyyttä testattiin lineaarisen mallin avulla. Testiä varten luotiin kaksi erilaista mallia. Toisessa mallissa peittämisen vaikutus oli mukana (malli H_1), ja sitä verrattiin vastaavaan malliin, jossa peittämisen vaikutus ei ollut muuttujana (malli H_0). Vertailtavat mallit olivat siis muotoa:

$$H_0 = \beta_0 + \beta_1 + \dots + \beta_n$$

$$H_1 = \beta_0 + \beta_1 + \dots + \beta_n + \beta_{\text{peitto}}$$

Mallin muuttujat olivat keräysperiodi, kohde, peitto, pino ja näytteen sijainti pinossa. Lisäksi eri yhdysvaikutusten merkittävyyttä testattiin.

Tilastollista merkitsevyyttä kuvaavan p-arvon laskemista varten laskettiin F-testisuureen arvo kaavalla

$$F = \left(\frac{SS_{H_0} - SS_{H_1}}{SSE_{H_1}} \right) * \left(\frac{df_2}{df_1} \right)$$

jossa SSE_{H_0} on mallin H_0 keskiarvon keskivirheen neliö, SSE_{H_1} on mallin H_1 keskivirheen neliö ja df_1 ja df_2 vapausasteet.

Tilastolliset analyysit suoritettiin IBM SPSS Statistics -ohjelmistolla (versio 23).

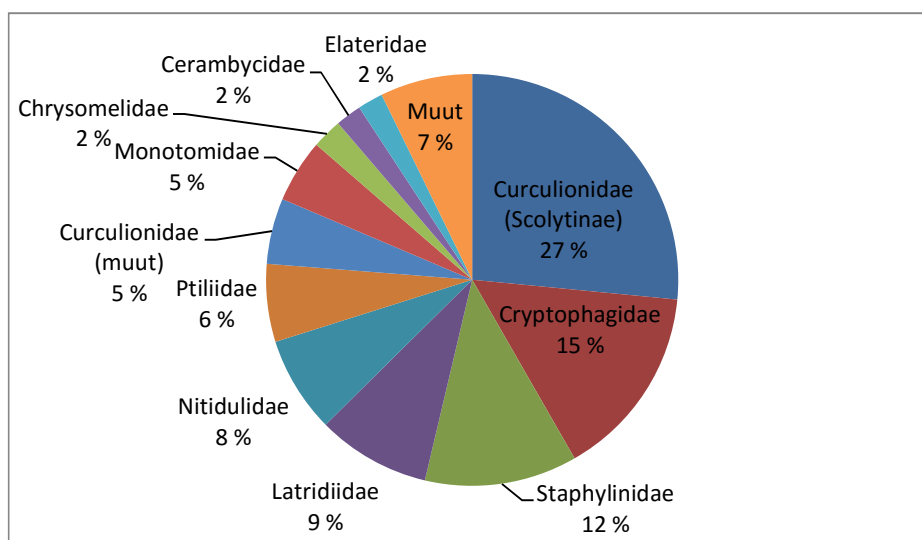
3. TULOKSET

3.1. Ikkunapyydykset

Ikkunapyydyksistä kerättiin kaikkiaan 63 näytettä, jotka sisälsivät yhteensä 10064 kovakuoriaista 41 eri heimosta. Runsaslukuisin heimo oli kärsäkkäät (Curculionidae), joita oli 3190 kappaletta. Näistä kaarnakuoriaisia (Scolytinae) oli 2670 kappaletta, 27% koko aineistosta (kuva 5). Runsaimpina esiintyneet heimot on lueteltu taulukossa 1. Liitteessä 1 on eritelty tarkemmin eri heimojen edustajat kasoissa eri keräysjaksoilla.

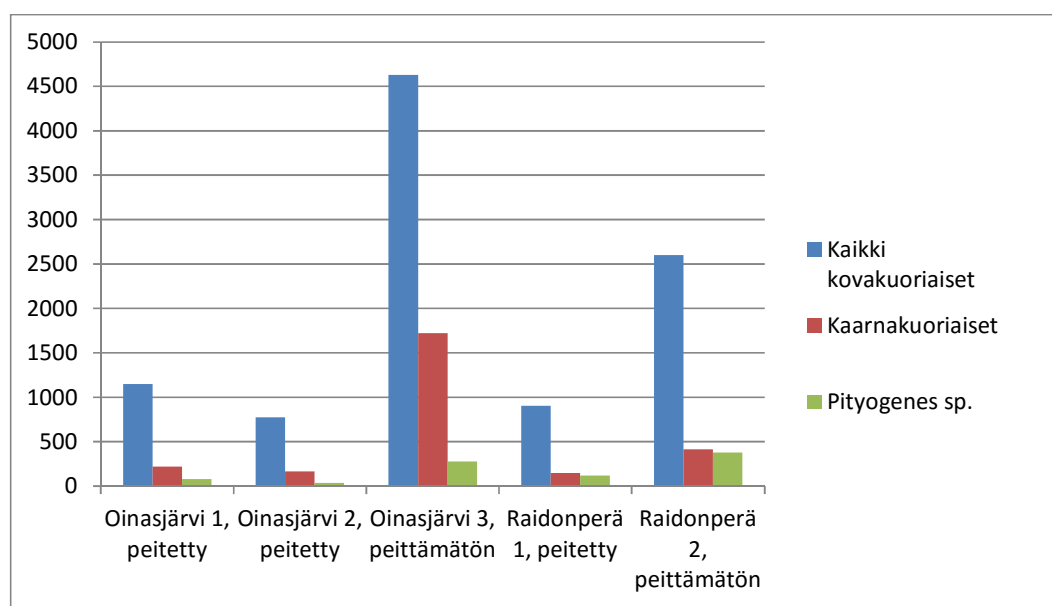
Taulukko 1. Runsaslukuisimmat kovakuoriaisheimot aineistossa.

Heimo/alaheimo	Lukumäärä
Curculionidae: Scolytinae	2670
Cryptophagidae	1527
Staphylinidae	1206
Latridiidae	897
Nitidulidae	759
Ptiliidae	614
Curculionidae (muut)	520
Monotomidae	500
Chrysomelidae	237
Cerambycidae	205
Elateridae	201
Muut	728
Yhteensä	10064



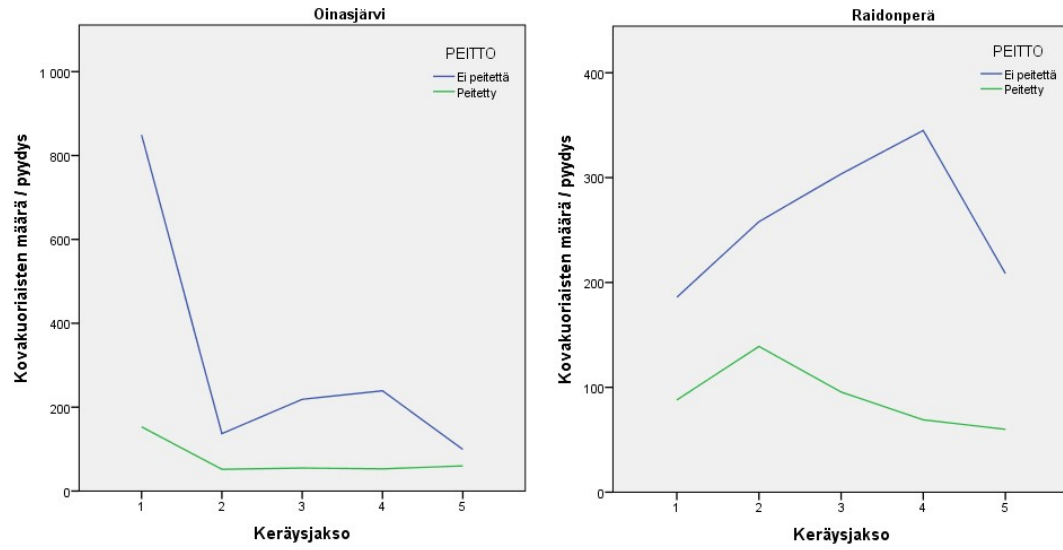
Kuva 5. Eri kovakuoriaisheimojen osuudet aineistossa.

Peittämisen vaikutuksen tarkastelua varten laskettiin erikseen kaikkien korvakuoriaisten, kaarnakuoriaisten, sekä *Pityogenes*-suvun yksilöiden lukumäärät pinoittain (kuva 6). Oinasjärven kohteessa peitettyjen pinojen 1 ja 2 kaikkien kovakuoriaisten lukumäärät olivat 1149 ja 775 kpl, kaarnakuoriaisten lukumäärät 220 ja 167 kpl ja *Pityogenes* sp. lukumäärät 79 ja 36 kpl. Peittämättömän pinon 3 kaikkien kovakuoriaisten lukumäärä oli 4630 kpl, kaarnakuoriaisten 1719 kpl ja *Pityogenes* sp. 279 kpl. Raidonperän kohteessa vastaavasti peitetyn pinon 1 kaikkien kovakuoriaisten lukumäärä oli 903 kpl, kaarnakuoriaisten 149 kpl ja *Pityogenes* sp. 118 kpl. Peittämättömän pinon 2 kaikkien kovakuoriaisten lukumäärä oli 2602 kpl, kaarnakuoriaisten 415 kpl ja *Pityogenes* sp. 381 kpl.

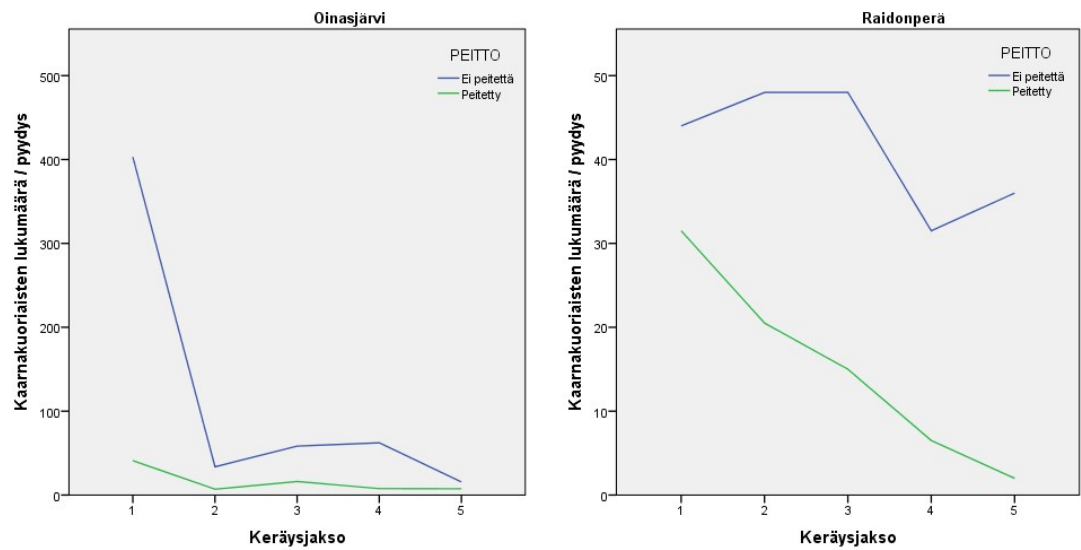


Kuva 6. Kovakuoriaisten, kaarnakuoriaisten sekä *Pityogenes* sp. määrät pinoittain.

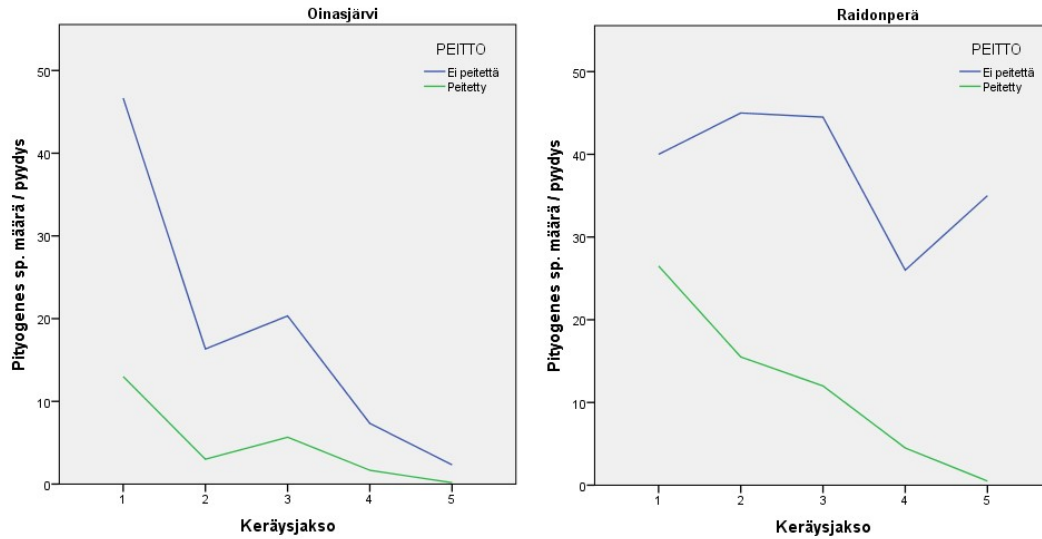
Pyydysten keskimäärin keräämien kovakuoriaisten lukumääriä tarkasteltiin vielä keräysjaksoittain. Kuvissa 7–9 on kovakuoriaisten keskimääräinen lukumäärä pyydyksissä peitetyissä ja peittämättömissä pinoissa keräysjaksoittain.



Kuva 7. Kaikkien kovakuoriaisten määrä pyydyksissä peitettyissä ja peittämättömissä pinoissa.



Kuva 8. Kaarnakuoriaisten määrä pyydyksissä peitettyissä ja peittämättömissä pinoissa.



Kuva 9. *Pityogenes*-suvun yksilöiden määrä pyydyksissä peitetyissä ja peittämättömissä pinoissa.

Peittämisen vaikutusta mallinnettiin erikseen kaikille kovakuoriaisille, kaarnakuoriaisille sekä *Pityogenes*-suvun kaarnakuoriaisille. Mallien kiinteiksi muuttujiksi valittiin peitto, keräysperiodi sekä kohde. Lisäksi peiton ja periodin yhteisvaikutus katsottiin merkitseväksi. Muut satunnaiset muuttujat, pino ja näytteen sijainti pinossa, eivät olleet mallinnuksen kannalta merkittäviä. Vertailtavat mallit olivat siis muotoa:

$$H_0 = \beta_0 + \beta_{\text{periodi}} + \beta_{\text{kohde}}$$

$$H_1 = \beta_0 + \beta_{\text{periodi}} + \beta_{\text{kohde}} + \beta_{\text{peitto}} + \beta_{\text{peitto} \times \text{periodi}}$$

Ennen mallinnusta aineistosta poistettiin liiaksi poikkeavat havainnot. Jos havainnolle laskettu studentoitu residuaali oli itseisarvoltaan suurempi kuin 4, havainto todettiin poikkeavaksi. Kaikkien kovakuoriaisten mallista ja kaarnakuoriaisten mallista poistettiin tällä periaatteella Oinasjärven peittämättömän kasan ensimmäisen keräysperiodin näytteet. Taulukossa 9 on esitetty eri malleille lasketut F-testisuureet sekä niitä vastaavat p-arvot. Kaikissa malleissa peittämisen vaikutus oli merkittävä.

Taulukko 2. Peittämisen vaikutuksen tilastollisen analyysin tunnusluvut.

Malli	SSE _{H0}	SSE _{H1}	df ₁	df ₂	F	p-arvo
Kaikki kovakuoriaiset	367095,493	78237,682	5	49	36,18214	0,000
Kaarnakuoriaiset	9618,169	3786,050	5	49	15,09615	0,000
<i>Pityogenes</i> sp.	9075,924	3941,250	5	52	13,54916	0,000

3.2. Kuorinta

Syömäjälkianalyysissa, kun pystynävertäjä jätettiin huomiotta, löytyi kahden eri kaarnakuoriaissuvun edustajien käytäviä. Peittämättömässä kasassa *Pityogenes*-suvun lajien syömäkuvioita oli keskimäärin n. 14% pinta-alasta ja *Orthotomicus*-suvun lajien syömäkuvioita n. 3% pinta-alasta. Peitettyjen kasojen pintakerroksissa syömäkuvioita ei juurikaan löytynyt, ainoastaan yhdessä näytteessä oli 5% peittävyys.

3.3. Kovakuoriaislajisto

Kerätyistä kovakuoriaisista n. neljännes oli kaarnakuoriaisia. Oinasjäveltä kerätyt kaarnakuoriaiset on eriteltyinä lukumäärittäin taulukossa 3 ja Raidonperältä kerätyt taulukossa 4. Kaarnakuoriaisia oli Oinasjärven pinoissa yhteensä 2106 kpl 10 eri suvusta. *Hylastes* sp. oli runsaiten edustettuna, yhteensä 1045 kpl. Näistä suurin osa, 943 kpl oli ensimmäiseltä keräysjaksolta peittämättömän pinon pyydyksistä. Muita runsaita sukuja oli *Pityogenes* (394 kpl) ja *Crypturgus* (164 kpl). Pystynävertäjää oli myös runsaasti, 378 kpl, mutta näistä 347 kpl oli rungoissa kesän aikana kehittyntä uutta sukupolvea, jotka eivät tässä tutkimuksessa edustaneet populaatiota, jota haluttiin tutkia. Raidonperän pinoissa kaarnakuoriaisia oli yhteensä 564 kpl. Näistä 499 kpl oli *Pityogenes*-suvun lajeja, mikä oli lähes 90% kaikista kaarnakuoriaisista.

Taulukko 3. Oinasjärven pyydyksistä kerätyt kaarnakuoriaiset.

Laji	PERIODI					Yhteensä
	I	II	III	IV	V	
<i>Hylurgops palliatus</i>	9	2	5	11	46	73
<i>Hylastes spp.</i>	1017	19	6	3	0	1045
<i>Tomicus piniperda</i>	26	5	0	0	0	31
<i>Tomicus piniperda</i> (uusi sukup.)	0	0	138	179	30	347
<i>Polygraphus poligraphus</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Pityogenes spp.</i>	192	67	95	32	8	394
<i>Orthotomicus spp.</i>	27	4	0	0	0	31
<i>Ips spp.</i>	0	0	0	2	0	2
<i>Dryocoetes autographus</i>	6	1	1	1	0	9
<i>Crypturgus spp.</i>	90	36	27	4	7	164
<i>Trypodendron lineatum</i>	6	2	0	0	1	9
Yhteensä	1373	136	272	233	92	2106

Taulukko 4. Raidonperän pyydyksistä kerätyt kaarnakuoriaiset.

Laji/suku	PERIODI					Yhteensä
	I	II	III	IV	V	
<i>Hylurgops palliatus</i>	0	1	1	0	1	3
<i>Hylastes spp.</i>	0	3	3	0	0	6
<i>Tomicus minor</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Tomicus piniperda</i> (uusi sukup.)	0	0	1	5	0	6
<i>Pityogenes spp.</i>	133	121	113	61	71	499
<i>Ips spp.</i>	0	1	0	1	0	2
<i>Dryocoetes autographus</i>	9	6	4	8	0	27
<i>Crypturgus spp.</i>	9	5	4	1	1	20
Yhteensä	151	137	126	76	74	564

Sarvijääriä oli Oinasjärven pyydyksissä yhteensä 181 kappaletta ja 13 eri lajia. Raidonperän pyydyksissä oli yhteensä 24 yksilöä ja 10 eri lajia. Runsaslukuisimmat lajit olivat jymyjääriä (*Spondylis buprestoides* Linnaeus, 1758) yhteensä 76 yksilöllä ja havukantojääriä (*Rhagium inquisitor* Linnaeus, 1758) 44 yksilöllä. Pyydyksistä kerätyt sarvijäärit on esitetty taulukoissa 5 (Oinasjärvi) ja 6 (Raidonperä).

Taulukko 5. Oinasjärven pyydyksistä kerätyt sarvijäärät.

Laji\Kasa	Periodi					Yhteensä
	I	II	III	IV	V	
<i>Spondylis buprestoides</i>	0	6	55	8	2	71
<i>Arhopalus rusticus</i>	0	2	1	3	3	9
<i>Asemum striatum</i>	3	0	0	0	0	3
<i>Tetropium castanum</i>	0	0	2	0	0	2
<i>Rhaquim inquisitor</i>	30	9	2	0	0	41
<i>Pachyta lamed</i>	0	3	3	0	1	7
<i>Acmaeopsis pratensis</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Anoploclera sanguinolenta/ A.reyi</i>	2	4	7	2	0	15
<i>Judolia sexmaculata</i>	3	0	0	0	0	3
<i>Callidium violaceum</i>	5	1	0	0	0	6
<i>Pogonocherus fasciculatus</i>	8	2	1	1	0	12
<i>Acanthocinus aedilis</i>	0	0	0	1	10	11
Yhteensä	51	28	71	15	16	181

Taulukko 6. Raidonperän pyydyksistä kerätyt sarvijäärät.

Laji\Kasa	Periodi					Yhteensä
	I	II	III	IV	V	
<i>Spondylis buprestoides</i>	0	0	2	3	0	5
<i>Arhopalus rusticus</i>	0	0	1	2	3	6
<i>Tetropium castanum</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Rhaquim inquisitor</i>	3	0	0	0	0	3
<i>Anoploclera sanguinolenta/ A.reyi</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Judolia sexmaculata</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Leptura melanura</i>	0	0	2	1	0	3
<i>Callidium violaceum</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Pogonocherus fasciculatus</i>	0	1	0	1	1	3
Yhteensä	4	3	6	7	4	24

Joitakin tunnetumpia kaarnakuoriaisten saalistajia tunnistettiin laji- tai sukutasolle. Taulukoissa 7 ja 8 on runsaimpien saalistajien määriä pyydyksissä. Lisäksi muiden kärsäkkäiden osalta tunnistettiin *Pissodes* ja *Hylobius*-sukujen edustajat. Näiden lukumäärät on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 7. Runsaimpien saalistajien lukumäärät Oinasjärven pyydyksissä.

Laji/suku/heimo	PERIODI					Yhteensä
	I	II	III	IV	V	
Staphylinidae	235	72	78	177	167	729
<i>Thanasimus formicarius</i>	16	9	8	3	0	36
<i>Epuraea sp.</i>	102	33	85	36	3	259
<i>Glisrochilus quadripunctatus</i>	8	3	0	0	0	11
<i>Rhizophagus sp.</i>	414	38	24	7	8	491
<i>Corticeus linearis</i>	2	11	8	9	2	32
Yhteensä	783	168	208	241	186	1586

Taulukko 8. Runsaimpien saalistajien lukumäärät Raidonperän pyydyksissä.

Laji/suku/heimo	I	II	III	IV	V	Yhteensä
Staphylinidae	68	99	98	124	88	477
<i>Thanasimus formicarius</i>	0	3	0	0	0	3
<i>Epuraea sp.</i>	23	187	130	17	8	365
<i>Glisrochilus quadripunctatus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizophagus sp.</i>	3	2	3	0	0	8
<i>Corticeus linearis</i>	6	10	19	16	0	51
Yhteensä	100	304	252	157	96	909

Taulukko 9. *Hylobius* ja *Pissodes*-sukujen edustajat pyydyksissä.

	Periodi					Yhteensä
	I	II	III	IV	V	
Oinasjärvi						
<i>Hylobius</i> spp.	285	24	5	9	0	323
<i>Pissodes</i> spp.	17	35	17	4	2	75
Raidonperä						
<i>Hylobius</i> spp.	3	1	5	0	0	9
<i>Pissodes</i> spp.	3	2	0	3	0	8

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1. Ikkunapyydykset

Peittämisellä on tämän tutkimuksen tulosten perusteella selvä vaikutus kovakuoriaisten, kaarnakuoriaisten sekä *Pityogenes*-lajien määriin ainakin peitteen kohdalta mitattuna. Tilastollisten mallien perusteella lasketut F-testisuureet antoivat kaikilla malleilla hyvin pienen p-arvon, joten peittämisen vaikutus on tilastollisesti merkittävä. Luultavimmin peite estää jossain määrin kemiallisten signaalien leviämistä ympäristöön, mikä tekee pinosta vaikeammin havaittavan kovakuoriaisille. Toisaalta voi olla mahdollista, että vastaavasti paperin liepeiden alta vapautuu enemmän yhdisteitä. Siitä miten pinon pintaosien peittäminen vaikuttaa pinon sivuilla lentävien kovakuoriaisten määrään ei tässä yhteydessä selvitetty. Mikäli pinon sivuilla olisi myös kerätty näytteitä, olisi saatu tarkempi tulos pinon ympäristössä lentävien kovakuoriaisten kokonaismäärästä.

Oinasjärvellä pino oli peitetty kahdella peitteellä n. metrin molempien reunojen yli, Raidonperällä taas pinon pinta oli juuri ja juuri peitossa. Tästä huolimatta peitteen vaikutus oli tuloksissa selvästi näkyvä, joten jonkinlainen vaikutus sillä selvästi on.

Ikkunapyydykset asetettiin kesäkuun alussa, mikä on monien kaarnakuoriaisten kannalta hieman myöhään. Kattavampi aineisto saataisiin, jos pyydykset asetettaisiin jo aikaisin keväällä ennen kuin pystynävertäjä alkaa hakeutua lisääntymispaikoilleen.

Aikaisemmissa puutavarapinojen hyönteistutkimuksissa ikkunapyydyksiä on käytetty lähinnä lentoaikojen tutkimiseen (Löyttyniemi ja Uusvaara 1978), mihin ne soveltuvatkin erinomaisesti.

4.2. Syömäjälkianalyysi

Syömäjälkien analyysi on ollut useissa tutkimuksissa varsinainen tutkimusmenetelmä pystynävertäjän iskeytymisen ja lisääntymisen tutkimiseen (Dehlen ja Nilsson 1976; Heikkilä 1978; Juutinen 1978; Jääskelä ym. 1997). Tässä tutkimuksessa pystynävertäjän tutkiminen jouduttiin jättämään huomiotta. *Pityogenes*- ja *Orthotomicus*-lajien syömäkuvioita oli peittämättömässä pinossa ohutkuorisessa männyssä jonkun verran, mutta peitetyissä pinoissa käytännössä ei lainkaan. Tämän perusteella suosituksen mukainen kahdella paperilla peittäminen estäisi hyönteisten pääsyn pinon pintaosiin.

4.3. Kovakuoriaislajisto

Ikkunapyydyksillä kerätty lajisto vastaa hyvin aiemmissa tutkimuksissa tehtyjä havaintoja. Yleisimpiä mäntypuutavarassa esiintyviä kaarnakuoriaisia ovat tutkimuksissa olleet pystynävertäjä, vaakanävertäjä (*Tomicus minor* Hartig, 1834), *Pityogenes*-suvun lajit sekä *Orthotomicus*-suvun lajit, etenkin nyhäkaarnakuoriainen (*O. proximus* Eichhoff, 1868) (Hakkila 1964; Rummukainen 1964; Löyttyniemi ja Uusvaara 1978). Kaarnakuoriaisista *Hylastes*-suvun edustajien suuri määrä ensimmäisellä keräysperiodilla oli mielenkiintoinen yksityiskohta. Männyniluria (*Hylastes brunneus* Erichson, 1836) on myös aiemmissa tutkimuksissa löydetty puutavarasta, pääasiassa pinojen alakerroksissa (Hakkila 1964; Rummukainen 1964; Juutinen 1978). Runsaus selittyy ainakin sillä, että mäntypuutavaran haihduttamat terpeenit houkuttelevat männyniluria (Löyttyniemi et al. 1988). Raidonperän kasoissa lähes kaikki kaarnakuoriaiset olivat *Pityogenes*-suvun lajeja.

Pystynävertäjää esiintyi runsaasti Oinasjärven tutkimuspinoissa, mutta pääasiassa ne olivat uuden sukupolven edustajia. Vaakanävertäjää ei pinoista löytynyt yhtä yksilöä lukuun ottamatta. Kuitenkin lajia on löytynyt yleisesti

tutkimuksissa ohutkuoriselta männyltä runkojen alapinnoilta (Rummukainen 1964; Löyttyniemi ja Uusvaara 1978).

Sarvijäärien määrä oli Raidonperän kasoissa huomattavasti alhaisempi, mikä voi selittyä monella asialla. Kasojen koko ja sijainti eivät ole kovin vertailukelpoisia, joten tarkempia päätelmiä näistä eroista ei voi tehdä. Jymyjääriä ja havukantojääriä olivat runsaimmat lajit, ja muutenkin lajisto oli mäntypuutavaralle tyypillistä. Sarvijääristä yleisimpiä lajeja ovat tutkimuksissa olleet sarvijaakko (*Acanthocinus aedilis* Linnaeus, 1758) ja havukantojääriä (Rummukainen 1964; Löyttyniemi ja Uusvaara 1978). Myös jymyjääriä, ruskojääriä (*Arhopalus rusticus* Linnaeus, 1758) ja *Monochamus*-suvun tukkijäärit ovat olleet yleisiä sarvijääriä mäntypuutavarassa (Löyttyniemi ja Uusvaara 1978). Tukkiääriä ei tässä tutkimuksessa pyydyksistä löytynyt.

Pissodes-suvun kärsäkkäistä etenkin tyvipikikärsäkäs (*Pissodes pini* Linnaeus, 1758) on ollut tutkimuksissa yleinen mäntypuutavarassa (Rummukainen 1964; Löyttyniemi ja Uusvaara 1978). Myös tässä tutkimuksessa lajia löytyi pyydyksistä jonkun verran. *Pissodes*-suvun kärsäkkäitä ei tunnistettu lajitasolle, mutta suurin osa oli tyvipikikärsäkkäitä. Löyttyniemi ja Uusvaara (1978) löysivät ikkunapyydyksistä myös jonkun verran tukkimiehentäitä (*Hylobius abietis* Linnaeus, 1758), joita tässä tutkimuksessa löytyi melko runsaasti Oinasjärven pyydyksistä.

Kaarnakuoriaisten saalistajia koskevissa tutkimuksissa yleisiä kaarnakuoriaisten saalistajia ovat olleet etenkin isomuurahaiskuorianen, kaarniaiset (*Rhizophagus* sp.), soukkahukka (*Corticium linearis* Fabricius, 1790), arpitylppö (*Plegaderus vulneratus* Panzer, 1797), konnakuoriaiset (*Epuraea* sp.) sekä useat pienet lyhytsiipisten heimon (Staphylinidae) lajit (Saalas 1949; Schroeder ja Weslien 1994; Schroeder 1996; Kenis ym. 2004). Yleisesti tärkeinä kaarnakuoriaisten saalistajina pidettyjä lajeja löytyi pyydyksistä runsaasti, etenkin kaarniaisia oli lukumäärältään runsaasti. Isomuurahaiskuoriasia löytyi myös odotetusti. Lukumäärät myös näyttivät seurailevan jossain määrin kaarnakuoriaisten määriä, mistä on myös aiempia havaintoja ainakin pystynävertäjän ja kaarniaisten välillä (Herard ja Mercadier

1996). Konnakuoriaisia ja lyhytsiipisiä, joita myös pidetään kaarnakuoriaisten saalistajina (Saalas 1949; Kenis ym. 2004), oli myös runsaasti.

5. YHTEENVETO

Tulokset jäivät tämän tutkimuksen osalta melko heikoiksi. Tutkimusmenetelmänä ikkunapyydys tämän tyyppiseen tutkimukseen ei ole paras mahdollinen, koska lähinnä halutaan tietää kuinka paljon tiettyjen kaarnakuoriaisten jälkeläisiä pino voisi tuottaa. Toisaalta ikkunapyydyksillä saatiin hieman kattavampi yleiskuva siitä, minkälaista kovakuoriaislajistoa kasa houkuttelee. Työmäärältään syömäjälkien analyysi on huomattavasti suurempi, ja kattavan tutkimuksen tekeminen vaatii melko paljon kenttätöitä, mikä on otettava huomioon tutkimuksen suunnittelussa. Toisaalta suurten näytteiden käsittely ikkunapyydyksistä voi myös olla melko työlästä.

Syömäjälkien analyysillä oli tarkoitus olla suurempi painoarvo tutkimusta suunniteltaessa. Valitettavasti tutkimuskohteiden valmistelu viivästyi niin pitkälle keväaseen, että pystynävertäjän parveiluaika ehti alkaa, joten syömäjälkianalyysin tuloksista ei olisi saatu kunnollisia. Lisäksi osa tutkimuskasoista oli viety väärinkäsityksen vuoksi jatkokäsittelyyn ennen kuin tutkimus ehdittiin suorittaa.

Tutkimuksen alkuperäisen suunnitelman mukaan kohteita ja pinoja olisi ollut enemmän, mutta erinäisistä syistä johtuen pinojen määrä jäi vähäiseksi. Tämän vuoksi riippumattomia näytteitä ei ole niin paljoa, että tuloksia voitaisiin pitää muuta kuin suuntaa antavina.

6. KIRJALLISUUSLUETTELO

- Dehlen, R. & Nilsson, S. 1976. Plastoverdockning av tallvaltor för att undvika angrepp av större margborrar. Rapporter och Uppsatser, Institutionen för Skogsteknik (95): 7-36.
- Ehnstrom, B., BejerPetersen, B., Löyttyniemi, K. & Tvermyr, S. 1974. Insect pests in forests of the nordic countries 1967-1971. *Annales Entomologici Fennici* 40(1): 37-47.
- Eidmann, H. H. 1992. Impact of bark beetles on forests and forestry in sweden. *Journal of Applied Entomology* 114(2): 193-200.
- Foit, J. 2015a. Factors affecting the occurrence of bark- and wood-boring beetles on scots pine logging residues from pre-commercial thinning. *Entomologica Fennica* 26(2): 74-87.
- Foit, J. 2015b. Bark- and wood-boring beetles on scots pine logging residues from final felling: Effects of felling date, deposition location and diameter of logging residues. *Annals of Forest Research* 58(1): 67-79.
- Hakkila, P. 1964. Kesäaikana valmistettujen paperipuitten ja sahatukkien kuivuminen ja varastoviat. Metsäntutkimuslaitos, Helsinki. 108 s.
- Hedgren, P. O., Weslien, J. & Schroeder, L. M. 2003. Risk of attack by the bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) on living trees close to colonized felled spruce trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18(1): 39-44.
- Heikkilä, R. 1978. Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa. *Folia Forestalia, Institutum Forestale Fenniae* (351): 11 s.
- Herard, F. & Mercadier, G. 1996. Natural enemies of *Tomicus piniperda* and *Ips acuminatus* (col., scolytidae) on *Pinus sylvestris* near Orleans, France: Temporal occurrence and relative abundance, and notes on eight predatory species. *Entomophaga* 41(2): 183-210.
- Hillebrand, K. & Nurmi, J. 2004. Nuorista metsistä korjatun energiapuun kuivatus ja varastointi. VTT-Prosessit. Projektiraportti. 30 s.
- Jääskelä, M., Peltonen, M., Saarenmaa, H. & Heliövaara, K. 1997. Comparison of protection methods of pine stacks against *Tomicus piniperda*. *Silva Fennica* 31(2): 143-152.
- Juutinen, P. 1978. Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa. *Folia Forestalia, Institutum Forestale Fenniae* (335): 28 s.
- Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. 2013.
http://tem.fi/documents/1410877/2626968/Energia- ja ilmastostrategia_2013.pdf. [Viitattu 8.8.2016].

Kenis, M., Wermelinger, B. & Grégoire, J.-C. 2004. Research on parasitoids and predators of scolytidae - a review. In: Lieutier, F. (ed.). Bark and wood boring insects in living trees in europe : A synthesis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 237-290.

Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013.

Långström, B., Hellqvist, C. & Ehnstrom, B. 1984. Fördelning och produktion av större mörghorren i tallvältor. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 82(1): 23-35.

Långström, B., Tenow, O., Ericsson, A., Hellqvist, C. & Larsson, S. 1990. Effects of shoot pruning on stem growth, needle biomass, and dynamics of carbohydrates and nitrogen in scots pine as related to season and tree age. Canadian Journal of Forest Research 20(5): 514-523.

Långström, B. 1984. Windthrown scots pines as brood material for *Tomicus piniperda* and *T. minor*. Silva Fennica 18(2): 187-198.

Lepistö, T. 2010. Laatuhaakkeen tuotanto-opas. Metsäkeskus.41 s.

Löyttyniemi, K., Heliövaara, K. & Repo, S. 1988. Pine turpentine strongly attracts *Hylastes brunneus* (coleoptera, scolytidae). Annales Entomologici Fennici 54(4): 145-148.

Löyttyniemi, K., Austara, O., Bejer, B. & Ehnstrom, B. 1979. Insect pests in forests of the nordic countries 1972-1976. Folia Forestalia (395): 13 s.

Löyttyniemi, K. & Uusvaara, O. 1978. Insect attack on pine and spruce sawlogs felled during the growing season. Metsäntutkimuslaitoksen Julkaisuja 89(6): 1-48.

Nilsson, S. 1974a. Damage caused by *Blastophagus* [*Tomicus*] *piniperda* hatching in stored pine timber. Rapporter och Uppsatser, Institutionen for Skogsteknik, Skoghogskolan, Garpenberg (74): 35 s.

Nilsson, S. 1974b. Increment losses caused by *Tomicus piniperda* on scots pine. Rapporter och Uppsatser, Institutionen for Skogsteknik (78): 14-64.

Rummukainen, U. 1964. Hyönteisten aiheuttamasta tuoreen kuorellisen havupuutavaran pilaantumisesta ja sen kemiallisesta estämisestä. Metsäntutkimuslaitos, Helsinki. 67 s.

Saalas, U. 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. WSOY, Porvoo. 719 s.

Saarenmaa, H. 1983. Modeling the spatial pattern and intraspecific competition in *Tomicus piniperda* (coleoptera, scolytidae). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae (118): 40 s.

Saarenmaa, H. 1985. Within-tree population dynamics models for integrated management of *Tomicus piniperda* (coleoptera, scolytidae). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae (128): 56 s.

Salonen, K. 1973. On the life cycle, especially on the reproduction biology of *Blastophagus piniperda* (col., scolytidae). Acta Forestalia Fennica; 127. 72 s.

Schroeder, L. M. 1996. Interactions between the predators *Thanasimus formicarius* (col.: Cleridae) and *Rhizophagus depressus* (col.: Rhizophagidae), and the bark beetle *Tomicus piniperda* (col.: Scolytidae). *Entomophaga* 41(1): 63-75. 37 ref.

Schroeder, L. M. & Weslien, J. 1994. Interactions between the phloem-feeding species *Tomicus piniperda* (col.: Scolytidae) and *Acanthocinus aedilis* (col.: Cerambycidae), and the predator *Thanasimus formicarius* (col.: Cleridae) with special reference to brood production. *Entomophaga* 39(2): 149-157.

Siitonen, J. 2014. *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*; 2014 48(4): arte;

Suomen virallinen tilasto (SVT): Puun energiakäyttö [verkkajulkaisu]. Luonnonvarakeskus 2016. <http://stat.luke.fi/puun-energiakaytto>. Viitattu 8.8.2016

LIITE 1: Eri kovakuoriaisheimojen yksilöt kasoittain eri keräysjaksoilla

Heimo\ Kasa	Periodi														
	I			II			III			IV			V		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Carabidae	1	1	5	0	2	3	1	0	6	0	3	6	3	3	5
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Histeridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Ptiliidae	18	17	78	20	18	38	24	9	28	22	28	98	17	11	17
Leiodidae	1	0	1	1	0	2	1	6	13	0	3	6	0	0	2
Staphylinidae	48	21	166	29	15	28	11	11	56	19	36	122	42	35	90
Scarabaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eucinetidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Clambidae	1	0	5	3	0	1	3	0	0	0	0	3	1	1	0
Buprestidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Throscidae	1	2	3	2	2	6	5	11	23	4	19	38	2	10	20
Elateridae	34	14	100	5	5	14	1	1	13	0	0	0	0	0	1
Cantharidae	0	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0	1	0	0	0
Dermestidae	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Anobiidae	0	1	6	0	0	1	0	2	4	1	0	1	0	0	0
Lymexylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Trogossitidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Cleridae	7	1	8	2	2	5	0	0	8	0	2	2	0	0	0
Melyridae	0	3	2	0	0	6	2	1	5	1	0	4	0	0	0
Nitidulidae	25	9	120	4	3	29	11	16	58	8	2	27	2	2	1
Monotomidae	62	16	336	9	7	23	2	3	19	2	0	5	3	2	3
Silvanidae	2	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalacridae	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Cryptophagidae	16	5	91	7	4	22	9	3	57	28	18	109	96	22	64
Languriidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endomychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Coccinellidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Corylophidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Latridiidae	17	6	64	16	14	63	16	13	71	21	13	53	25	20	27
Mycetophagidae	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	2	1	1
Melandryidae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mordellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tenebrioniidae	0	0	4	0	0	11	4	3	41	4	3	14	0	0	3
Anthiciidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Cerambycidae	6	5	40	10	4	14	8	9	54	5	4	6	2	3	11
Chrysomelidae	25	5	48	19	11	30	8	13	12	9	5	12	3	3	0
Curculionidae	55	23	247	30	22	11	12	6	7	5	4	7	2	0	1
Scolytinae	119	45	1209	28	7	101	47	50	175	16	30	187	10	35	47
TOTAL	438	174	2548	190	121	411	168	161	656	147	170	717	211	149	298

Heimo\Kasa	Periodi									
	I		II		III		IV		V	
	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
Dytiscidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Carabidae	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
Hydrophilidae	0	0	0	3	0	1	0	4	0	0
Ptiliidae	5	7	15	11	23	17	15	38	11	29
Leiodidae	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1
Staphylinidae	5	63	22	77	14	84	25	99	39	49
Geotrupidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Scarabaeidae	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0
Eucinetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clambidae	4	1	0	0	2	0	1	1	0	3
Throscidae	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
Elateridae	1	3	1	6	0	1	1	0	0	0
Lycidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Cantharidae	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Anobiidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Trogossitidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cleridae	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
Melyridae	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Nitidulidae	6	18	136	54	80	51	9	22	12	54
Monotomidae	2	1	1	1	0	3	0	0	0	0
Silvanidae	8	23	8	8	2	12	7	13	4	48
Phalacridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cryptophagidae	60	132	13	117	13	250	16	305	6	64
Coccinellidae	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Latridiidae	6	13	19	82	6	46	31	121	40	94
Mycetophagidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciidae	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Melandryidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mordellidae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Tenebrionidae	4	2	5	5	14	9	16	1	1	0
Scaptiidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cerambycidae	4	0	1	2	1	5	1	6	2	2
Chrysomelidae	1	0	0	10	3	9	0	11	0	0
Anthribidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Curculionidae	7	20	7	36	1	11	2	4	0	0
Scolytinae	63	88	41	96	30	96	13	63	2	72
TOTAL	176	372	278	516	191	607	138	690	120	417